

Darryl Mexic  
202-293-7060  
1 of 2

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

1999年 6月11日

出願番号  
Application Number:

平成11年特許願第165651号

出願人  
Applicant(s):

パイオニア株式会社

JC851 U.S. PRO  
09/592575

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2000年 3月31日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特2000-30225

【書類名】 特許願  
【整理番号】 53P40239  
【提出日】 平成11年 6月11日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H04S 1/00  
H03H 17/00

## 【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県川越市大字山田字西町25番地1 パイオニア株式会社川越工場内

【氏名】 牧野 敦

## 【特許出願人】

【識別番号】 000005016  
【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100063565

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 小橋 信淳

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011659  
【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 車載用オーディオ装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の伝達関数を有する補正回路を備え、頭部伝達関数が重畠された左チャンネルと右チャンネルの入力オーディオ信号を前記補正回路を通じて、車室内における乗員着座位置の両側に配置される左チャンネルと右チャンネルのスピーカに供給する車載用オーディオ装置であって、

前記補正回路は、

無響室内に前記車室における位置関係を模して前記左チャンネルのスピーカを配置したときの当該スピーカと乗員の左耳までの空間の音場特性で特徴付けられる第1の伝達関数と、

無響室内に前記車室における位置関係を模して前記左チャンネルのスピーカを配置したときの当該スピーカと乗員の右耳までの空間の音場特性で特徴付けられる第2の伝達関数と、

無響室内に前記車室における位置関係を模して前記右チャンネルのスピーカを配置したときの当該スピーカと乗員の左耳までの空間の音場特性で特徴付けられる第3の伝達関数と、

無響室内に前記車室における位置関係を模して前記右チャンネルのスピーカを配置したときの当該スピーカと乗員の右耳までの空間の音場特性で特徴付けられる第4の伝達関数とを要素とする行列の逆行列によって得られる補正伝達関数で設定されることを特徴とする車載用オーディオ装置。

【請求項2】 所定の伝達関数を有する補正回路を備え、頭部伝達関数が重畠された左チャンネルと右チャンネルの入力オーディオ信号を前記補正回路を通じて、車室内における乗員着座位置の両側に配置される左チャンネルと右チャンネルのスピーカに供給する車載用オーディオ装置であって、

前記補正回路は、

前記車室内に前記左チャンネルのスピーカを配置したときの当該スピーカと乗員の左耳までの空間の音場特性で特徴付けられる第1のインパルス応答列のうち、無響室内に前記車室における位置関係を模して前記左チャンネルのスピーカを

配置したときの当該スピーカと乗員の左耳までの空間の音場特性で特徴付けられる第2のインパルス応答列に基づいて抽出された第3のインパルス応答列から求められる第1の伝達関数と、

前記車室内に前記左チャンネルのスピーカを配置したときの当該スピーカと乗員の右耳までの空間の音場特性で特徴付けられる第4のインパルス応答列のうち、無響室内に前記車室における位置関係を模して前記左チャンネルのスピーカを配置したときの当該スピーカと乗員の右耳までの空間の音場特性で特徴付けられる第5のインパルス応答列に基づいて抽出された第6のインパルス応答列から求められる第2の伝達関数と、

前記車室内に前記右チャンネルのスピーカを配置したときの当該スピーカと乗員の左耳までの空間の音場特性で特徴付けられる第7のインパルス応答列のうち、無響室内に前記車室における位置関係を模して前記右チャンネルのスピーカを配置したときの当該スピーカと乗員の左耳までの空間の音場特性で特徴付けられる第8のインパルス応答列に基づいて抽出された第9のインパルス応答列から求められる第3の伝達関数と、

前記車室内に前記右チャンネルのスピーカを配置したときの当該スピーカと乗員の右耳までの空間の音場特性で特徴付けられる第10のインパルス応答列のうち、無響室内に前記車室における位置関係を模して前記右チャンネルのスピーカを配置したときの当該スピーカと乗員の右耳までの空間の音場特性で特徴付けられる第11のインパルス応答列に基づいて抽出された第12のインパルス応答列から求められる第4の伝達関数とを要素とする2行2列の行列の逆行列によって得られる補正伝達関数で設定される第1、第2、第3、第4の演算回路と、

前記第1の演算回路に前記左チャンネルの入力オーディオ信号、前記第3の演算回路に前記右チャンネルの入力オーディオ信号がそれぞれ供給されるのに応じて当該第1、第3の演算回路より出力される各出力信号を加算して前記左チャンネルのスピーカに供給する第1の加算回路と、

前記第2の演算回路に前記左チャンネルの入力オーディオ信号、前記第4の演算回路に前記右チャンネルの入力オーディオ信号がそれぞれ供給されるのに応じて当該第2、第4の演算回路より出力される各出力信号を加算して前記右チャン

ネルのスピーカに供給する第2の加算回路と、  
を具備することを特徴とする車載用オーディオ装置。

【請求項3】 前記第3のインパルス応答列は、前記第2のインパルス応答  
列の減衰振幅がほぼゼロとなるまでの期間内に該当する前記第1のインパルス応  
答列より抽出され、

前記第6のインパルス応答列は、前記第5のインパルス応答列の減衰振幅がほ  
ぼゼロとなるまでの期間内に該当する前記第4のインパルス応答列より抽出され

前記第9のインパルス応答列は、前記第8のインパルス応答列の減衰振幅がほ  
ぼゼロとなるまでの期間内に該当する前記第7のインパルス応答列より抽出され

前記第12のインパルス応答列は、前記第11のインパルス応答列の減衰振幅  
がほぼゼロとなるまでの期間内に該当する前記第10のインパルス応答列より抽  
出されることを特徴とする請求項2に記載の車載用オーディオ装置。

【請求項4】 前記第3のインパルス応答列は、前記第1のインパルス応答  
列を前記第2のインパルス応答列の包絡線で特徴付けられる窓関数によって抽出  
され、

前記第6のインパルス応答列は、前記第4のインパルス応答列を前記第5のイ  
ンパルス応答列の包絡線で特徴付けられる窓関数によって抽出され、

前記第9のインパルス応答列は、前記第7のインパルス応答列を前記第8のイ  
ンパルス応答列の包絡線で特徴付けられる窓関数によって抽出され、

前記第12のインパルス応答列は、前記第10のインパルス応答列を前記第1  
のインパルス応答列の包絡線で特徴付けられる窓関数によって抽出されること  
を特徴とする請求項2に記載の車載用オーディオ装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、車載用オーディオ装置に関し、特に、車室内の特殊性に起因して生  
じるセンター音像の偏りや、左右非対称な音場の広がり等を補正して、乗員に対

し自然な音場空間を提供する車載用オーディオ装置に関するものである。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

一般に、この種の車載用オーディオ装置では、図11(a)に模式的に示すように、左チャンネルと右チャンネルのスピーカ1, 2が、車室3内の乗員(聴取者)に対して左右非対称な位置に配置されている。そのため、本来は聴取者の前方正面に定位すべきボーカル等のセンター音像Cが、聴取者から見て近い位置に配置されたスピーカ2側に偏ってしまうという問題があった。

#### 【0003】

例えば、図11(b)に示すように、コンサートホールや住宅等の広い室内4に左チャンネルと右チャンネルのスピーカ5, 6を配置して、これらのスピーカ5, 6の前方中央でステレオ音楽等を聴いた場合には、聴取者の前方正面にボーカル等のセンター音像Cが定位するが、車載用オーディオ装置では、図11(a)に示したように、左チャンネルと右チャンネルのスピーカ1, 2が聴取者に対して非対称な位置に配置されるため、センター音像Cが偏ってしまうという問題があった。

#### 【0004】

従来、車室内におけるセンター音像の偏りを改善するため、バランス調整機能やタイムアラインメント機能を備えた車載用オーディオ装置が知られている。

#### 【0005】

前者のバランス調整機能を備えた車載用オーディオ装置は、図11(c)に示すように、振幅調整回路7によって、聴取者から遠い位置に配置されたスピーカ1の出力レベルよりも聴取者に近い側のスピーカ2の出力レベルを下げることにより、聴取者に対する左右チャンネルの音圧レベルのバランスを調整して、センター音像Cを聴取者の前方正面側に定位させるようにしている。

#### 【0006】

後者のタイムアラインメント機能を備えた車載用オーディオ装置は、図11(d)に示すように、遅延回路8によって、聴取者に近い側のスピーカ2に供給するオーディオ信号を、聴取者から遠い位置に配置されたスピーカ1に供給するオ

ーディオ信号よりも時間遅延させて供給することにより、聴取者に対する左右チャネルの音の到達時間を合わせて、センター音像Cを聴取者の前方正面側に定位させるようにしている。

#### 【0007】

また、頭部伝達関数（HRTF : Head Related Transfer Function）補正法が知られている。これは、スピーカと聴取者の耳の位置までの空間の伝達関数（振幅や位相特性）を制御することで、車室内にコンサートホールのような音場を擬似的に再現したり、任意の方向に音像を定位させる補正方法である。この補正方法を車載用オーディオ装置に適用することで、センター音像の偏りを補正したり、音場の拡大を行うことができるものと考えられている。

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来のバランス調整機能やタイムアラインメント機能を備えた車載用オーディオ装置にあっては、センター音像を聴取者の前方正面に定位させることはできるものの、左右非対称な音場の広がりを改善することは困難であった。

#### 【0009】

また、頭部伝達関数補正法を適用する場合には、膨大な量のオーディオ信号を極めて短時間にデジタル信号処理しなければならないことから、大規模な信号処理回路が必要になるという問題があった。

#### 【0010】

例えば、頭部伝達関数を構築するための信号処理回路として、FIR (Finite Impulse Response) デジタルフィルタが用いられているが、複雑な音場特性を十分に補正するには、フィルタ係数や遅延素子の段数が極めて多くなるため、信号処理回路の大規模化が避けられなかった。

#### 【0011】

また、高速且つ大規模な信号処理回路を用いて頭部伝達関数補正法による補正を行っても、限られた条件下でしか改善効果が得られないという問題があった。

例えば、聴取者が常に静止状態を維持するのであれば、左右のスピーカと聴取

者の頭部を含む左右の耳までの伝達関数は変化しないことになるので、その限られた条件下では改善効果が得られる。しかし、実際には、運転等を行うために聴取者の頭部等が挙動するので、左右のスピーカから聴取者の耳までの音場空間の伝達関数が変化してしまい、上記挙動に対して頭部伝達関数が追従できなくなつて、十分な改善効果が得られなくなる場合を生じるという問題があった。

#### 【0012】

本発明は、上記従来技術の課題を克服するためになされたものであり、車室内の特殊性に起因して生じるセンター音像の偏りや、左右非対称な音場の広がり等を補正することにより、乗員に対して自然な音場空間を提供することが可能な車載用オーディオ装置を提供することを目的とする。

#### 【0013】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明は、所定の伝達関数を有する補正回路を備え、頭部伝達関数が重畠された左チャンネルと右チャンネルの入力オーディオ信号を上記補正回路を通じて、車室内における乗員着座位置の両側に配置される左チャンネルと右チャンネルのスピーカに供給する車載用オーディオ装置であって、

上記補正回路は、無響室内に上記車室における位置関係を模して上記左チャンネルのスピーカを配置したときの当該スピーカと乗員の左耳までの空間の音場特性で特徴付けられる第1の伝達関数と、無響室内に上記車室における位置関係を模して上記左チャンネルのスピーカを配置したときの当該スピーカと乗員の右耳までの空間の音場特性で特徴付けられる第2の伝達関数と、無響室内に上記車室における位置関係を模して上記右チャンネルのスピーカを配置したときの当該スピーカと乗員の左耳までの空間の音場特性で特徴付けられる第3の伝達関数と、無響室内に上記車室における位置関係を模して上記右チャンネルのスピーカを配置したときの当該スピーカと乗員の右耳までの空間の音場特性で特徴付けられる第4の伝達関数とを要素とする行列の逆行列によって得られる補正伝達関数で設定される構成とした。

#### 【0014】

かかる構成によると、補正回路の補正伝達関数は、両チャンネルのスピーカと

乗員までの空間の音場特性で特徴付けられた伝達関数のいわゆる逆特性となる。このため、補正回路に供給される入力オーディオ信号は、補正回路によって、上記音場特性の影響を抑制するように補正され、この補正されたオーディオ信号が両チャンネルのスピーカに供給される。そして、スピーカから放出される音の特性と上記音場特性とが相殺され、乗員は、任意の音場で受聴したときの頭部伝達関数が重畠された入力オーディオ信号に基づいて再生される音と等価な音を受聴することが可能となる。

### 【0015】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

### 【0016】

#### (第1の実施の形態)

図1に示すブロック図において、本実施形態の車載用オーディオ装置9は、頭部伝達関数回路10a、補正回路10b、出力増幅器11, 12、及び車室15内に配置されるスピーカ13, 14を備えて構成されている。スピーカ13, 14は、乗員(聴取者)16に対して左右の位置、例えば車室15内のフロントダッシュボードや前側ドア等の左右両側に配置される。

### 【0017】

頭部伝達関数回路10aは、演算回路a1～a4と加算回路a5, a6を備えて構成され、これら演算回路a1～a4及び加算回路a5, a6により、入力オーディオ信号L<sub>in</sub>, R<sub>in</sub>に対し、受聴者が任意の音場で受聴するのと同様の振幅・位相特性を重畠する頭部伝達関数が実現されている。

### 【0018】

より具体的には、車載用オーディオ装置9に接続されている音源としての再生装置、例えばコンサートホールや録音スタジオ等の任意の音場で録音(収録)されたオーディオソースが記録されているCD(Compact Disc)やMD(Mini Disc)等の記録媒体を再生するCD再生装置やMD再生装置等により生成される左右各チャンネルのオーディオ信号L<sub>in</sub>, R<sub>in</sub>を、図示の如く演算回路a1～a4に入力し、それぞれ伝達関数H<sub>t11</sub>, H<sub>t12</sub>, H<sub>t21</sub>, H<sub>t22</sub>に設定された演算回路

$a_1, a_2, a_3, a_4$  の出力を加算回路  $a_5, a_6$  で加算することにより、任意の音場で受聴したときの頭部伝達関数が重畠された左右各チャンネルのオーディオ信号  $S_L, S_R$  を生成して出力する。

#### 【0019】

ここで、演算回路  $a_1, a_2, a_3, a_4$  は、単に収録用のマイクロフォンのみを任意の音場内に配置したときの音源からそのマイクロフォンまでの伝達関数に設定されているのではなく、実際に受聴者が頭部を含む左右の耳で受聴するのと同様の環境下での音場の伝達関数  $Ht11, Ht12, Ht21, Ht22$  に設定されている。

#### 【0020】

つまり、各伝達関数  $Ht11, Ht12, Ht21, Ht22$  は、例えば図11(b)に示したように、受聴者に対して左側の音源と受聴者の左耳との空間における音場特性と、受聴者に対して左側の音源と受聴者の右耳との空間における音場特性と、受聴者に対して右側の音源と受聴者の左耳との空間における音場特性と、受聴者に対して右側の音源と受聴者の右耳との空間における音場特性とを要素とする正則行列の逆行列によって求められており、これによって、受聴者の頭部を含めた上記頭部伝達関数が実現されている。

#### 【0021】

補正回路10bは、上記任意の音場で受聴したときの頭部伝達関数が重畠されたオーディオ信号  $S_L$  と  $S_R$  に対して後述の補正処理を施し、この補正処理をすることによって生成される（出力される）左右各チャンネルのオーディオ信号  $L, R$  を出力増幅器11, 12を通じて左右のスピーカ13, 14に供給する。

#### 【0022】

尚、図示していないが、補正回路10bには所定のサンプリング周波数でサンプリングされたデジタルのオーディオ信号  $S_L, S_R$  が供給され、デジタル信号処理によって上記補正処理を施した左右各チャンネルのオーディオ信号  $L, R$  をD/A変換器でアナログのオーディオ信号に変換して出力増幅器11, 12に出力するようになっている。

## 【0023】

次に、補正回路10bの内部構成を詳細に説明する。補正回路10bには、上記補正処理を行うためのIIR (Infinite Impulse Response) デジタルフィルタで形成された演算回路17～20が備えられている。演算回路17, 18はオーディオ信号 $S_L$ を入力し、演算回路19, 20はオーディオ信号 $S_R$ を入力する。そして、演算回路17, 19の出力を加算回路21が加算することにより、左チャンネルのオーディオ信号Lを生成し、演算回路18, 20の出力を加算回路22が加算することにより、右チャンネルのオーディオ信号Rを生成する。

## 【0024】

各演算回路17～20は、スピーカ13, 14から放出される音が聴取者16の左右の耳 $16_L$ ,  $16_R$ に到達するまでの車室15内での音場特性の影響を抑制し得る伝達関数（以下、補正伝達関数という） $H_{11}$ ,  $H_{12}$ ,  $H_{21}$ ,  $H_{22}$ によって構築されており、次に述べる方法で設計されている。

## 【0025】

まず、図2に示すように、車室15における位置関係を模した状態で、無響室23内にダミーの聴取者16と左右のスピーカ13, 14を配置する。

## 【0026】

この状態で、左側のスピーカ13のみからパルス音を放出し、左耳 $16_L$ に到達する音と、右耳 $16_R$ に到達する音をマイクロフォンで集音することで、図4(a)に示すようなスピーカ13と左耳 $16_L$ の間の空間におけるインパルス応答列 $a_{LL}(t)$ と、図4(b)に示すようなスピーカ13と右耳 $16_R$ の間の空間におけるインパルス応答列 $a_{LR}(t)$ を夫々計測する。

## 【0027】

次に、インパルス応答列 $a_{LL}(t)$ をフーリエ変換することで、図5(a)に示すような周波数特性 $P_a_{LL}$ （以下、伝達関数 $A_{LL}$ という）を算出する。また、インパルス応答列 $a_{LR}(t)$ をフーリエ変換することで、図5(b)に示すような周波数特性 $P_a_{LR}$ （以下、伝達関数 $A_{LR}$ という）を算出する。

## 【0028】

更に、右側のスピーカ14のみからパルス音を放出し、左耳 $16_L$ に到達する

音と、右耳 $16_R$ に到達する音をマイクロフォンで集音することで、図4 (c) に示すようなスピーカ14と左耳 $16_L$ の間の空間におけるインパルス応答列 $a_{RL}(t)$ と、図4 (d) に示すようなスピーカ14と右耳 $16_R$ の間の空間におけるインパルス応答列 $a_{RR}(t)$ を夫々計測する。

## 【0029】

そして、インパルス応答列 $a_{RL}(t)$ をフーリエ変換することで、図5 (c) に示すような周波数特性 $P a_{RL}$ （以下、伝達関数 $A_{RL}$ という）を算出すると共に、インパルス応答列 $a_{RR}(t)$ をフーリエ変換することで、図5 (d) に示すような周波数特性 $P a_{RR}$ （以下、伝達関数 $A_{RR}$ という）を算出する。

## 【0030】

次に、伝達関数 $A_{LL}$ ,  $A_{LR}$ ,  $A_{RL}$ ,  $A_{RR}$ を要素とする2行2列の正則行列Aの逆行列 $A^{-1}$ を求め、その逆行列 $A^{-1}$ の各要素を演算回路17～20の補正伝達関数 $H_{11}$ ,  $H_{12}$ ,  $H_{21}$ ,  $H_{22}$ とする。すなわち、次式(1)～(5)の関係に基づいて、夫々の補正伝達関数 $H_{11}$ ,  $H_{12}$ ,  $H_{21}$ ,  $H_{22}$ を求める。

## 【0031】

【数1】

$$\begin{pmatrix} H_{11} & H_{21} \\ H_{12} & H_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ALL & ARL \\ ARL & ARR \end{pmatrix}^{-1}$$

$$= \begin{pmatrix} \frac{ARR}{ALLARR - ARLALR} & \frac{-ARL}{ALLARR - ARLALR} \\ \frac{-ALR}{ALLARR - ARLALR} & \frac{ALL}{ALLARR - ARLALR} \end{pmatrix} \quad \cdots \cdots (1)$$

$$H_{11} = \frac{ARR}{ALLARR - ARLALR} \quad \cdots \cdots (2)$$

$$H_{12} = \frac{-ALR}{ALLARR - ARLALR} \quad \cdots \cdots (3)$$

$$H_{21} = \frac{-ARL}{ALLARR - ARLALR} \quad \cdots \cdots (4)$$

$$H_{22} = \frac{ALL}{ALLARR - ARLALR} \quad \cdots \cdots (5)$$

## 【0032】

そして、補正伝達関数  $H_{11}, H_{12}, H_{21}, H_{22}$  を IIR デジタルフィルタで実現し、演算回路 17, 18, 19, 20 に適用する。

## 【0033】

こうして補正伝達関数  $H_{11}, H_{12}, H_{21}, H_{22}$  を設定すると、演算回路 17～20 の各インパルス応答は、図 6 (a)～(d) に示すようになり、更に、各インパルス応答をフーリエ変換すると、図 7 (a)～(d) に示すような周波数領域での伝達関数（周波数特性）となる。

## 【0034】

以上に述べたように補正回路 10b を構築し、音源装置から供給される左右のチャンネルに任意の音場で受聴したときの頭部伝達関数が重畠されたステレオオーディオ信号  $S_L, S_R$  をこの補正回路 10b を通じて、実際に車室 15 内のスピ

一カ13, 14に供給すると、次の効果が得られる。

### 【0035】

図1において、実際の車室15内におけるスピーカ13と聴取者16の左耳16<sub>L</sub>までの伝達関数をB<sub>LL</sub>、スピーカ13と右耳16<sub>R</sub>までの伝達関数をB<sub>LR</sub>、スピーカ14と左耳16<sub>L</sub>までの伝達関数をB<sub>RL</sub>、スピーカ14と右耳16<sub>R</sub>までの伝達関数をB<sub>RR</sub>とし、更に、聴取者16の左耳16<sub>L</sub>に到達する音をP<sub>L</sub>、右耳16<sub>R</sub>に到達する音をP<sub>R</sub>とすると、理論的に次式(6)の行列式が成立する。

### 【0036】

#### 【数2】

$$\begin{vmatrix} P_L \\ P_R \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} B_{LL} & B_{RL} \\ B_{LR} & B_{RR} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} H_{11} & H_{21} \\ H_{12} & H_{22} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} S_L \\ S_R \end{vmatrix} \quad \cdots \cdots (6)$$

### 【0037】

ここで、各補正伝達関数H<sub>11</sub>, H<sub>12</sub>, H<sub>21</sub>, H<sub>22</sub>は、図2に示した音場特性で特徴付けられる伝達関数A<sub>LL</sub>, A<sub>LR</sub>, A<sub>RL</sub>, A<sub>RR</sub>を要素とする正則行列Aの逆行列に基づいて設定されているので、オーディオ信号S<sub>L</sub>, S<sub>R</sub>が補正回路10bに供給されると、車室15内での音場特性を補正伝達関数H<sub>11</sub>, H<sub>12</sub>, H<sub>21</sub>, H<sub>22</sub>によって相殺（補正）することとなる。このため、聴取者16は、任意の音場で受聴したときの頭部伝達関数が重畠されたオーディオ信号S<sub>L</sub>, S<sub>R</sub>に基づいて再生される音と等価な音を受聴することが可能となる。この結果、センター音像が聴取者16の前方正面に定位すると共に、聴取者16は左右対称な音場の広がりをもって受聴することができる。

### 【0038】

また、図4(a)～(d)に示したように、車室15を模した無響室23内で計測された比較的単純な波形のインパルス応答列a<sub>LL</sub>(t)～a<sub>RR</sub>(t)に基づいて、伝達関数H<sub>11</sub>～H<sub>22</sub>を構築するようにしたので、従来例で述べた頭部伝達関数補正法を適用して車室15内全体の音場特性を補正するための伝達関数を構築する場合に比して、簡素なIIRデジタルフィルタで補正回路10bを形成

することができる。

#### 【0039】

##### (第2の実施の形態)

次に、第2の実施の形態を図面を参照して説明する。

本実施形態の車載用オーディオ装置は、図1に示した車載用オーディオ装置9と同様の構成を有している。

#### 【0040】

但し、補正回路10bの各演算回路17~20の伝達関数 $H_{11} \sim H_{22}$ は、第1の実施形態とは異なったアルゴリズムに基づいて設定されており、次に述べる方法によって設計される。

#### 【0041】

まず、図2に示したのと同様に、車室15における位置関係を模した状態で、無響室23内にダミーの聴取者16と左右のスピーカ13, 14を配置する。この状態で、無響室23内に配置された左側のスピーカ13のみからパルス音を放出し、ダミーの聴取者16の左耳16Lと右耳16Rに到達する音をマイクロフォンで集音することにより、図4(a) (b)に示したようなインパルス応答列 $a_{LL}(t)$ と $a_{LR}(t)$ を夫々計測する。

#### 【0042】

また、無響室23内に配置した上記右側のスピーカ14のみからパルス音を放出し、ダミーの聴取者16の左耳16Lと右耳16Rに到達する音をマイクロフォンで集音することにより、図4(c) (d)に示したようなインパルス応答列 $a_{RL}(t)$ と $a_{RR}(t)$ を夫々計測する。

#### 【0043】

次に、図3に示すように、実際の車室15内に配置した左側のスピーカ13のみからパルス音を放出し、聴取者16の左耳16Lと右耳16Rに到達する音をマイクロフォンで集音することにより、各インパルス応答列 $y_{LL}(t)$ と $y_{LR}(t)$ を計測する。

#### 【0044】

また、実際の車室15内に配置した右側のスピーカ14のみからパルス音を放

出し、聴取者16の左耳 $16_L$ と右耳 $16_R$ に到達する音をマイクロフォンで集音することにより、各インパルス応答列 $y_{RL}(t)$ と $y_{RR}(t)$ を計測する。

#### 【0045】

尚、図8(a)～(d)は、こうして計測されたインパルス応答列 $y_{LL}(t)$ 、 $y_{LR}(t)$ 、 $y_{RL}(t)$ 、 $y_{RR}(t)$ の各波形を示している。

#### 【0046】

次に、図9(a)(b)に示すように、上記インパルス応答列 $y_{LL}(t)$ と $a_{LL}(t)$ を対比し、更に、図10(a)(b)に示すように、インパルス応答列 $a_{LL}(t)$ の振幅がほぼゼロになるまでの期間（すなわち、減衰振幅がほぼゼロになるまでの期間、以下同じ） $\Delta T$ における包絡線CVに基づいて、インパルス応答列 $y_{LL}(t)$ の振幅を変調する。すなわち、インパルス応答列 $y_{LL}(t)$ のうち、インパルス応答列 $a_{LL}(t)$ と共に通する部分を抽出し、上記の包絡線CVに基づいて振幅変調することにより、図10(a)に示すようなインパルス応答列 $y'_{LL}(t)$ を生成する。

#### 【0047】

また、他のインパルス応答列 $y_{LR}(t)$ 、 $y_{RL}(t)$ 、 $y_{RR}(t)$ についても同様に、インパルス応答列 $a_{LR}(t)$ 、 $a_{RL}(t)$ 、 $a_{RR}(t)$ に基づいて振幅変調することで、振幅変調されたインパルス応答列 $y'_{LR}(t)$ 、 $y'_{RL}(t)$ 、 $y'_{RR}(t)$ を生成する。

#### 【0048】

すなわち、図10に示したのと同様に、 $a_{LR}(t)$ がほぼゼロになるまでの期間内での包絡線に基づいて $y_{LR}(t)$ を変調することによって $y'_{LR}(t)$ を生成し、 $a_{RL}(t)$ がほぼゼロになるまでの期間内での包絡線に基づいて $y_{RL}(t)$ を変調することによって $y'_{RL}(t)$ を生成し、 $a_{RR}(t)$ がほぼゼロになるまでの期間内での包絡線に基づいて $y_{RR}(t)$ を変調することによって $y'_{RR}(t)$ を生成する。

#### 【0049】

次に、各インパルス応答列 $y'_{LL}(t)$ 、 $y'_{LR}(t)$ 、 $y'_{RL}(t)$ 、 $y'_{RR}(t)$ をフーリエ変換することで、伝達関数（周波数特性） $Y_{LL}$ 、 $Y_{LR}$ 、 $Y_{RL}$

,  $Y_{RR}$ を算出する。

#### 【0050】

次に、上記式(1)～(5)と同様に、伝達関数 $Y_{LL}$ ,  $Y_{LR}$ ,  $Y_{RL}$ ,  $Y_{RR}$ を要素とする2行2列の正則行列 $Y$ の逆行列 $Y^{-1}$ を求め、逆行列 $Y^{-1}$ の各要素を演算回路17～20の各伝達関数 $H_{11} \sim H_{22}$ に設定している。つまり、上記式(1)中の伝達関数 $A_{LL}$ を $Y_{LL}$ 、 $A_{LR}$ を $Y_{LR}$ 、 $A_{RL}$ を $Y_{RL}$ 、 $A_{RR}$ を $Y_{RR}$ に夫々置き換えたときの伝達関数 $H_{11} \sim H_{22}$ に設定している。

#### 【0051】

このようにして補正回路10bの各演算回路17～20を形成し、音源から供給される左右の信号に任意の音場で受聴した時の頭部伝達関数が重畠されたステレオオーディオ信号 $S_L$ ,  $S_R$ を、この補正回路10bを通じて車室15内のスピーカ13, 14に供給すると、車室15内での伝達関数 $B_{LL} \sim B_{RR}$ の特性を演算回路10bの伝達関数 $H_{11} \sim H_{22}$ によって相殺（補正）することとなり、このため、聴取者16は、任意の音場で受聴したときの頭部伝達関数が重畠されたオーディオ信号 $S_L$ ,  $S_R$ に基づいて再生される音と等価な音を受聴することが可能となる。この結果、センター音像が聴取者16の前方正面に定位すると共に、聴取者16は左右対称な音場の広がりをもって受聴することができる。

#### 【0052】

また、車室15を模した無響室23内で計測したインパルス応答列 $a_{LL}(t)$ ～ $a_{RR}(t)$ の各包絡線に基づいて、実際の車室15内で計測したインパルス応答列 $y_{LL}(t)$ ～ $y_{RR}(t)$ を振幅変調し、その振幅変調されたインパルス応答列 $y'_{LL}(t)$ ～ $y'_{RR}(t)$ から求められた伝達関数 $Y_{LL} \sim Y_{RR}$ に基づいて、演算回路17～20の伝達関数 $H_{11} \sim H_{22}$ を設定するようにしたので、簡素なIIRデジタルフィルタで補正回路10bを構築することができる。

#### 【0053】

更に、伝達関数 $H_{11} \sim H_{22}$ は、上記インパルス応答列 $y_{LL}(t)$ ～ $y_{RR}(t)$ の特性、すなわち、実際の車室15内の音場特性で特徴づけられる特性を含むこととなるため、図1中に示した車室15内の伝達関数 $B_{LL} \sim B_{RR}$ の影響を効果的に補正することができる。

## 【0054】

尚、第2の実施形態では、上述したように、無響室23で計測されたインパルス応答列 $a_{LL}(t) \sim a_{RR}(t)$ の各包絡線によって、実際の車室15内で計測したインパルス応答列 $y_{LL}(t) \sim y_{RR}(t)$ を振幅変調することとしたが、本発明はこれに限定されるものではない。

## 【0055】

図9及び図10中の期間 $\Delta T$ で示したように、インパルス応答列 $a_{LL}(t) \sim a_{RR}(t)$ がほぼゼロになるまでの期間内のインパルス応答列 $y_{LL}(t) \sim y_{RR}(t)$ をそのまま抽出し、それら抽出されたインパルス応答列 $y_{LL}(t) \sim y_{RR}(t)$ から得られる伝達関数 $Y_{LL} \sim Y_{RR}$ に基づいて、各伝達関数 $H_{11} \sim H_{22}$ を設定してもよい。すなわち、無響室23で計測されたインパルス応答列 $a_{LL}(t) \sim a_{RR}(t)$ の各包絡線によって、実際の車室15内で計測したインパルス応答列 $y_{LL}(t) \sim y_{RR}(t)$ を振幅変調しなくともよい。

## 【0056】

ただし、高周波ノイズの発生等を考慮すると、インパルス応答列 $a_{LL}(t) \sim a_{RR}(t)$ の各包絡線によって、実際の車室15内で計測したインパルス応答列 $y_{LL}(t) \sim y_{RR}(t)$ を振幅変調することが望ましい。

## 【0057】

また、上記の各実施形態は本発明を容易に理解させるために示したものであり、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではない。特に、補正回路10bを4個の演算回路17～20と加算回路21, 22で構成する場合を説明したが、これらの回路を1個のデジタルフィルタで実現してもよい。設計仕様等に応じて適宜変更した構成は、本発明に含まれるものである。

## 【0058】

## 【発明の効果】

以上説明したように本発明の車載用オーディオ装置によれば、両チャンネルのスピーカと乗員までの空間の音場特性で特徴付けられた伝達関数を有する演算回路によって、両チャンネルの入力オーディオ信号を予め補正し、この補正されたオーディオ信号を両チャンネルのスピーカに供給することとしたので、乗員（聴

取者)は、任意の音場で受聴したときの頭部伝達関数が重畠された入力オーディオ信号に基づいて再生される音と等価な音を受聴することが可能となり、センター音像が乗員の前方正面に定位すると共に、乗員は左右対称な音場の広がりをもって受聴することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本実施形態に係る車載用オーディオ装置の構成を示すブロック図である。

【図2】

演算回路の伝達関数を設定するための方法を説明するための説明図である。

【図3】

演算回路の伝達関数を設定するための方法を更に説明するための説明図である

【図4】

無響室内で計測されたインパルス応答列の一例を示し、縦軸を振幅、横軸を時間として示した波形図である。

【図5】

図4のインパルス応答列の周波数特性を示し、縦軸をパワー、横軸を周波数として示した特性図である。

【図6】

第1の実施形態の各演算回路のインパルス応答特性を示し、縦軸を振幅、横軸を時間として示した波形図である。

【図7】

図6のインパルス応答列の周波数特性を示し、縦軸をパワー、横軸を周波数として示した特性図である。

【図8】

車室内で計測されたインパルス応答列の一例を示し、縦軸を振幅、横軸を時間として示した波形図である。

【図9】

図8と図4のインパルス応答列の1つを拡大して示した波形図である。

【図10】

第2の実施形態における演算回路の設定方法を説明するための波形図である。

【図11】

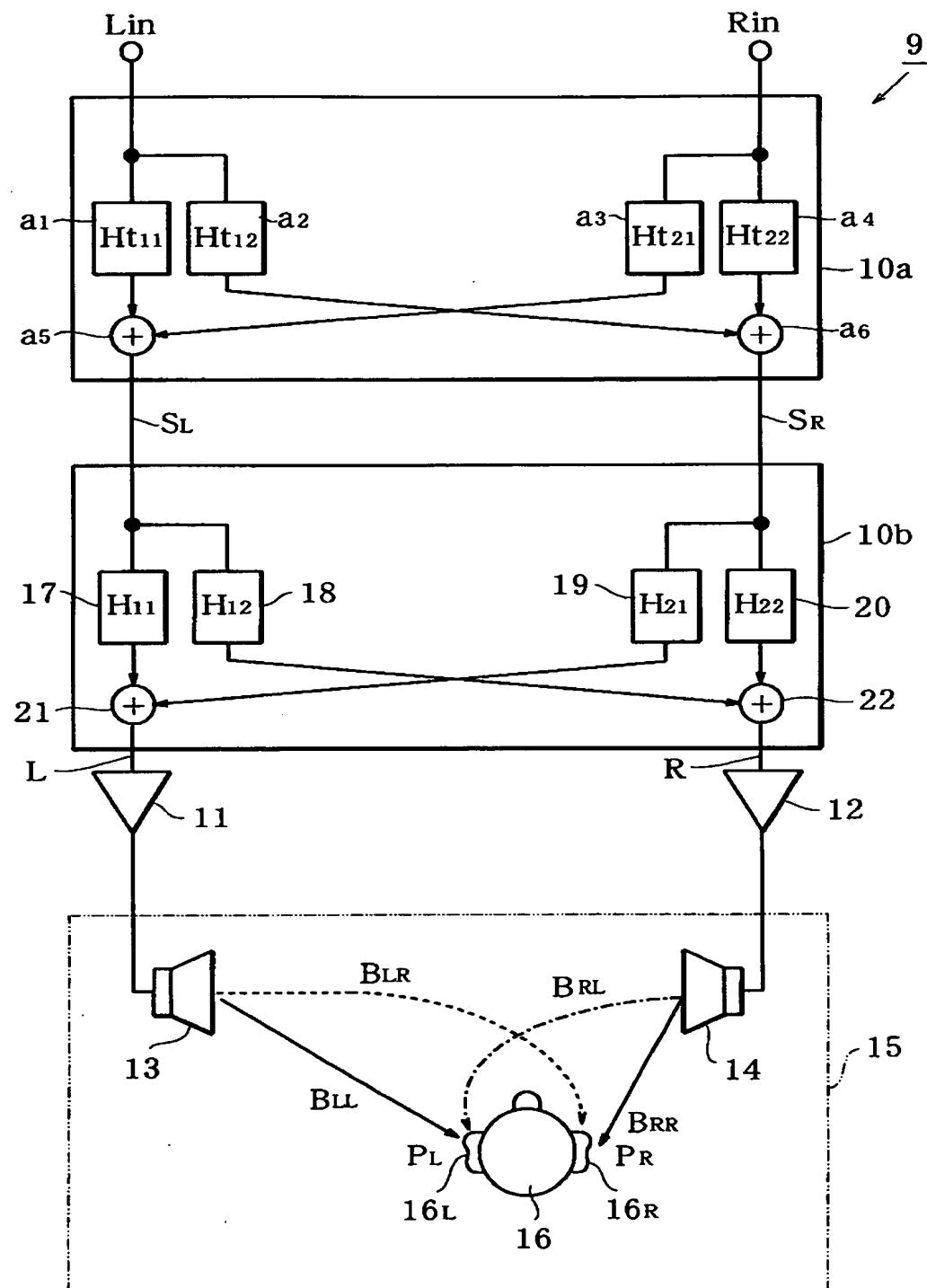
従来技術の問題点を説明するための説明図である。

【符号の説明】

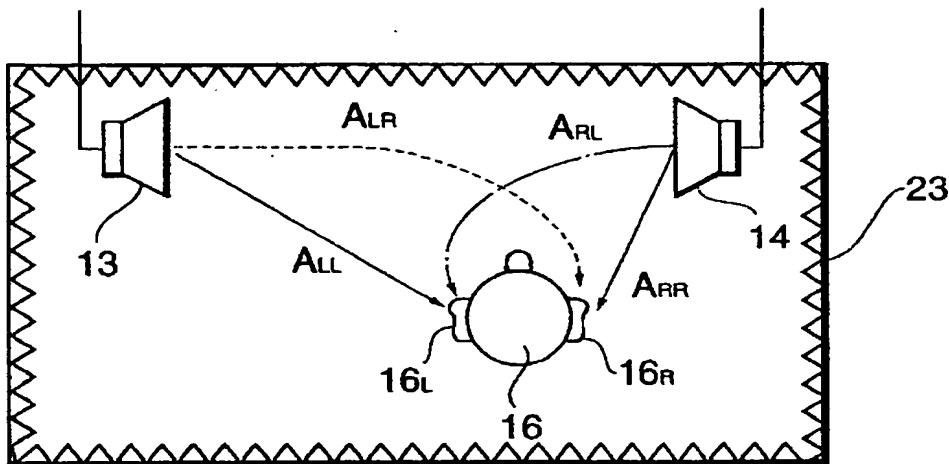
- 9 …車載用オーディオ装置
- 1 0 a …頭部伝達関数回路
- 1 0 b …補正回路
- 1 3 …左チャンネルのスピーカ
- 1 4 …右チャンネルのスピーカ
- 1 5 …車室
- 1 6 …聴取者
- 1 6<sub>L</sub> …左耳
- 1 6<sub>R</sub> …右耳
- 1 7 ~ 2 0 …演算回路
- 2 1, 2 2 …加算回路
- 2 3 …無響室

【書類名】 図面

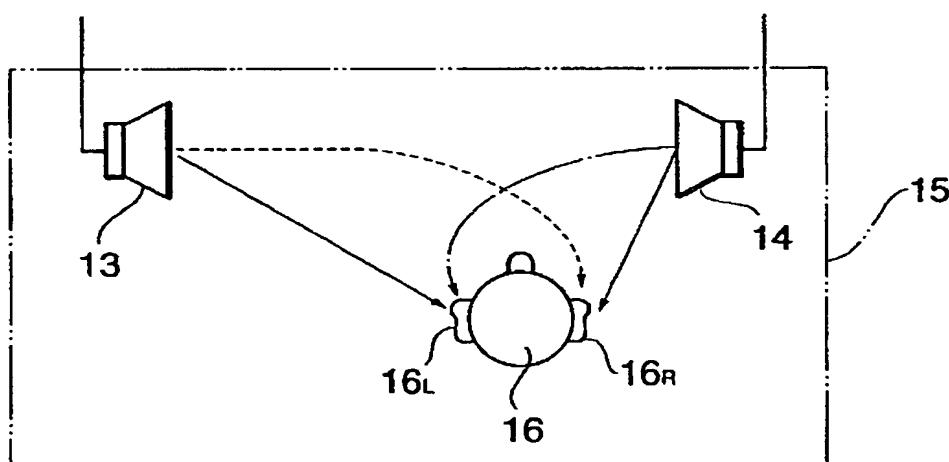
【図1】



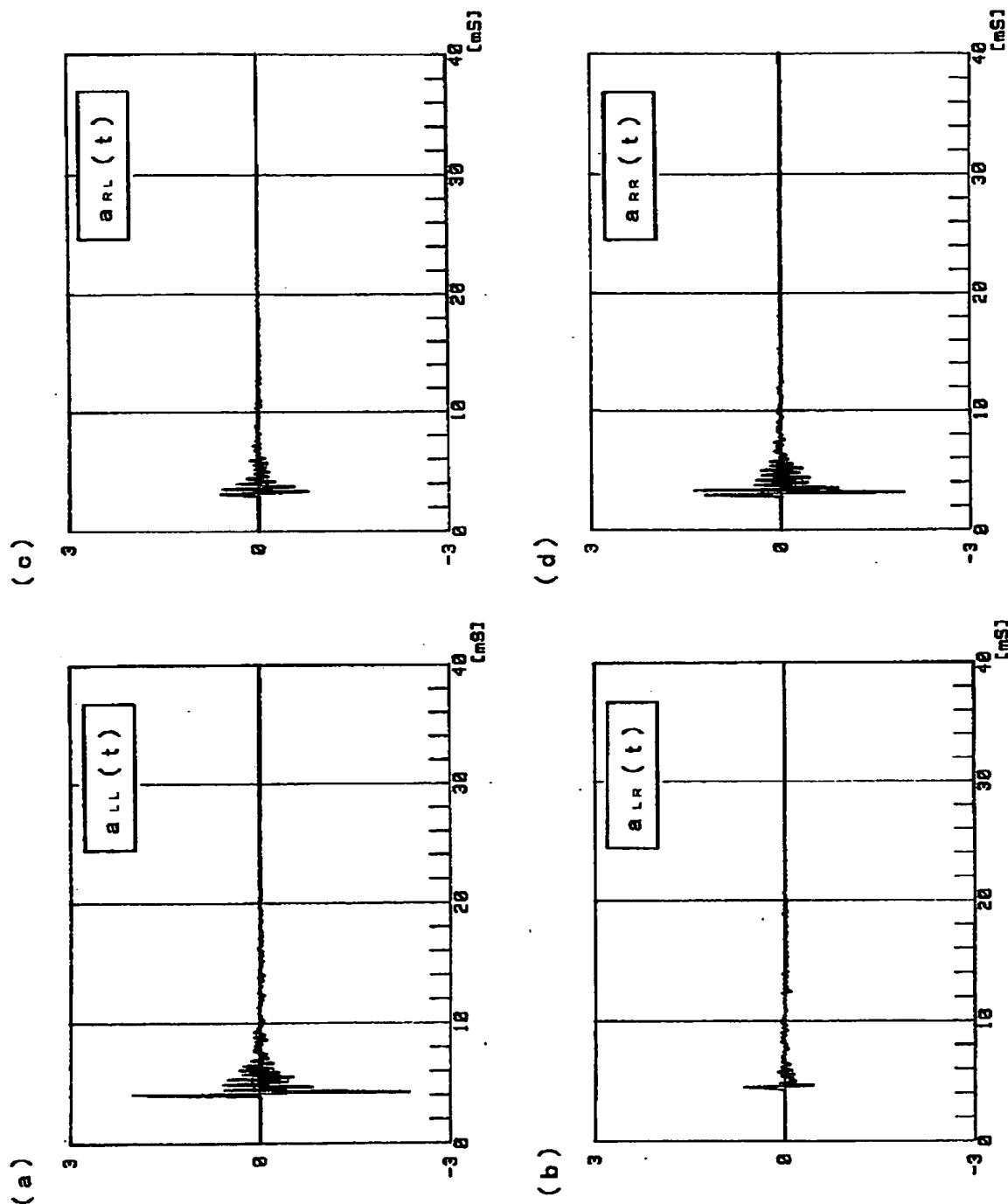
【図2】



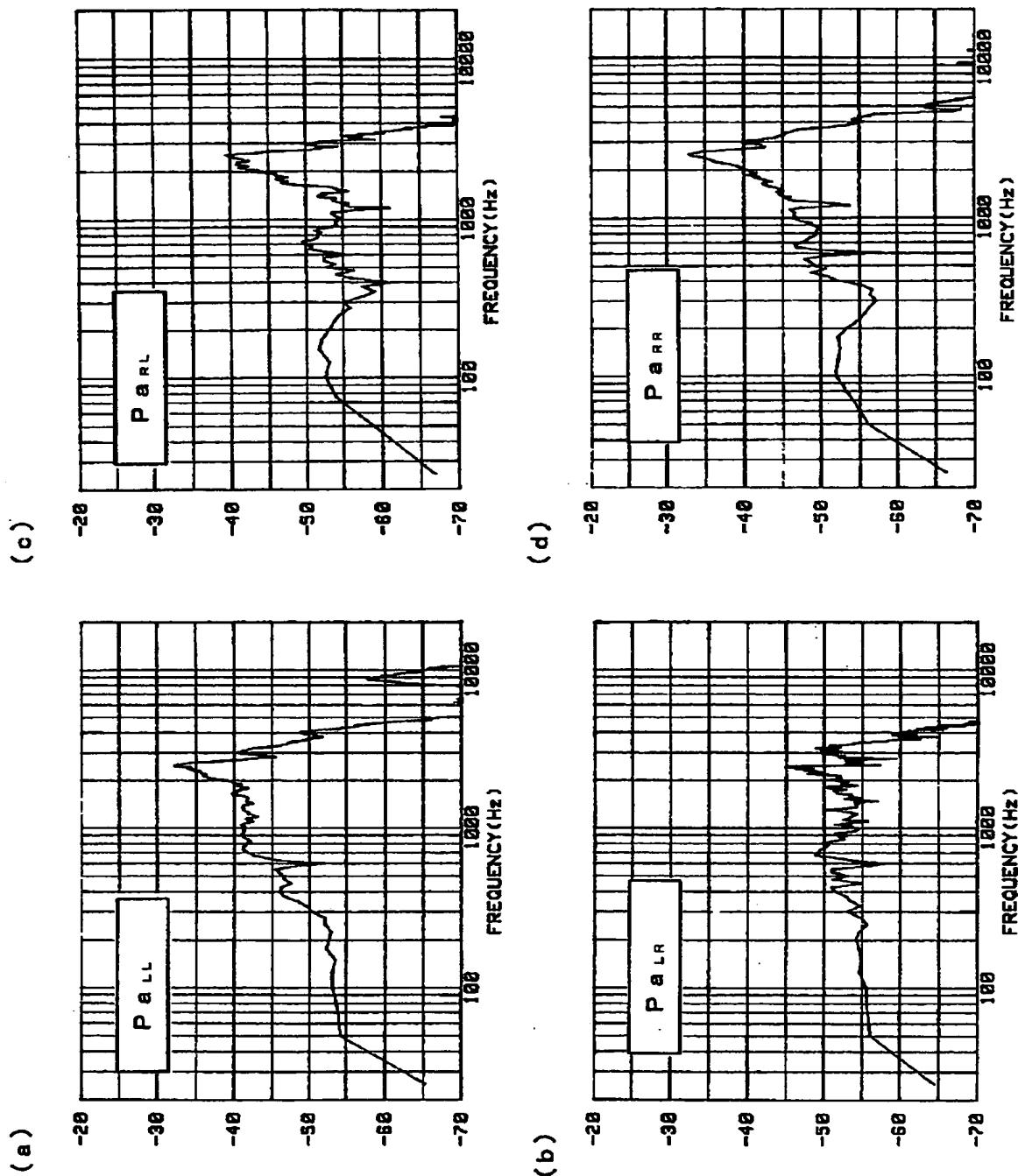
【図3】



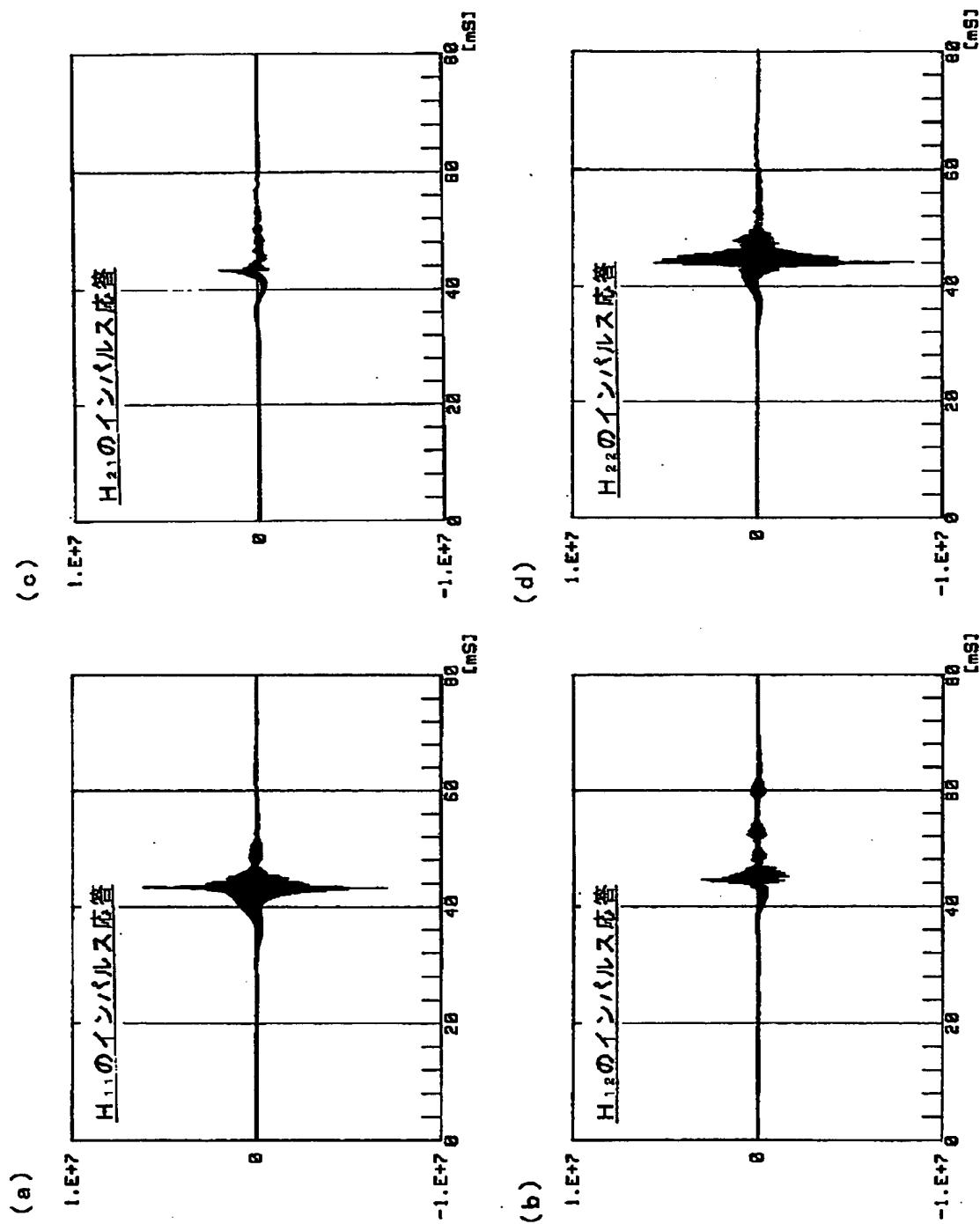
【図4】



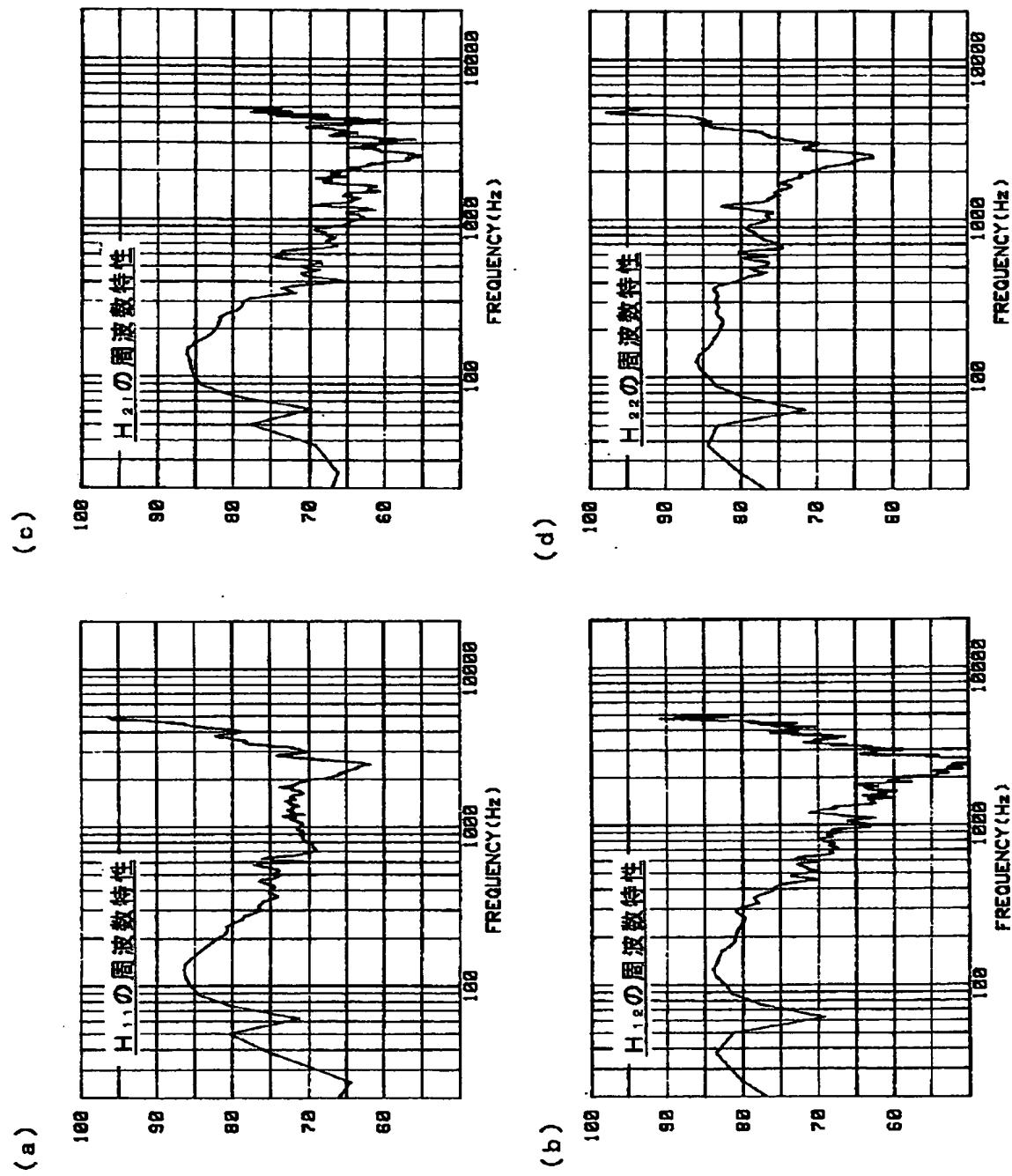
【図5】



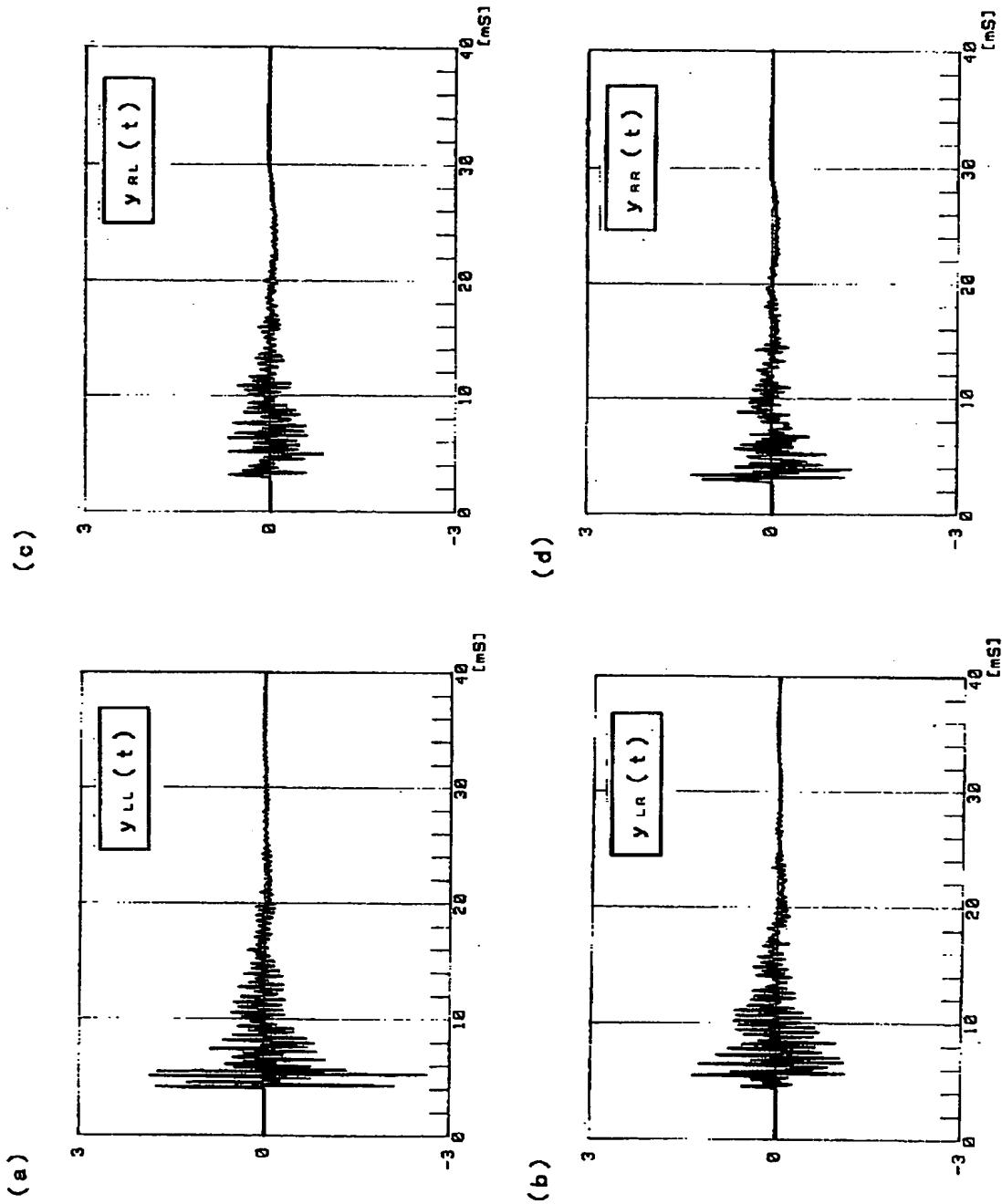
【図6】



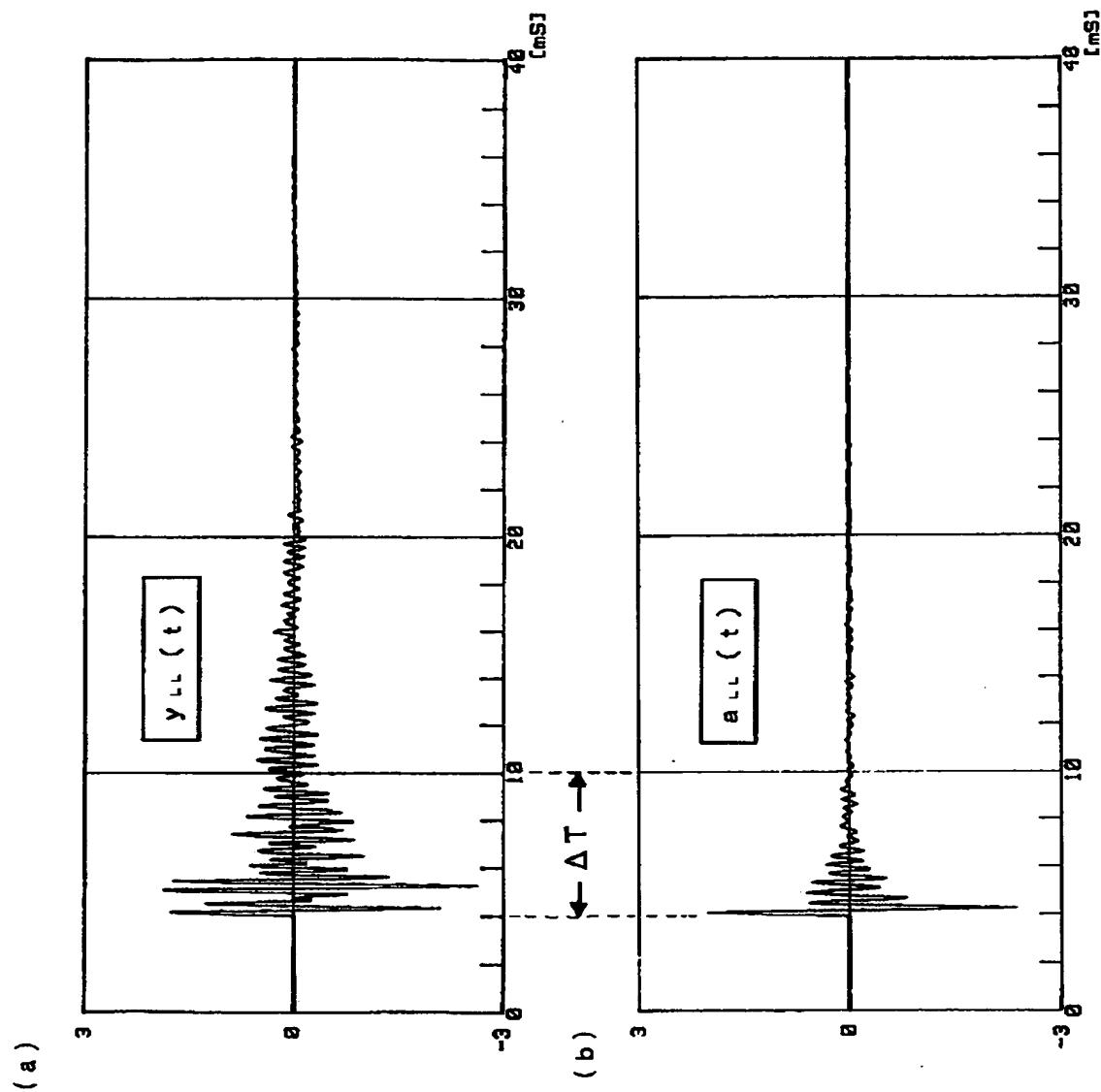
【図7】



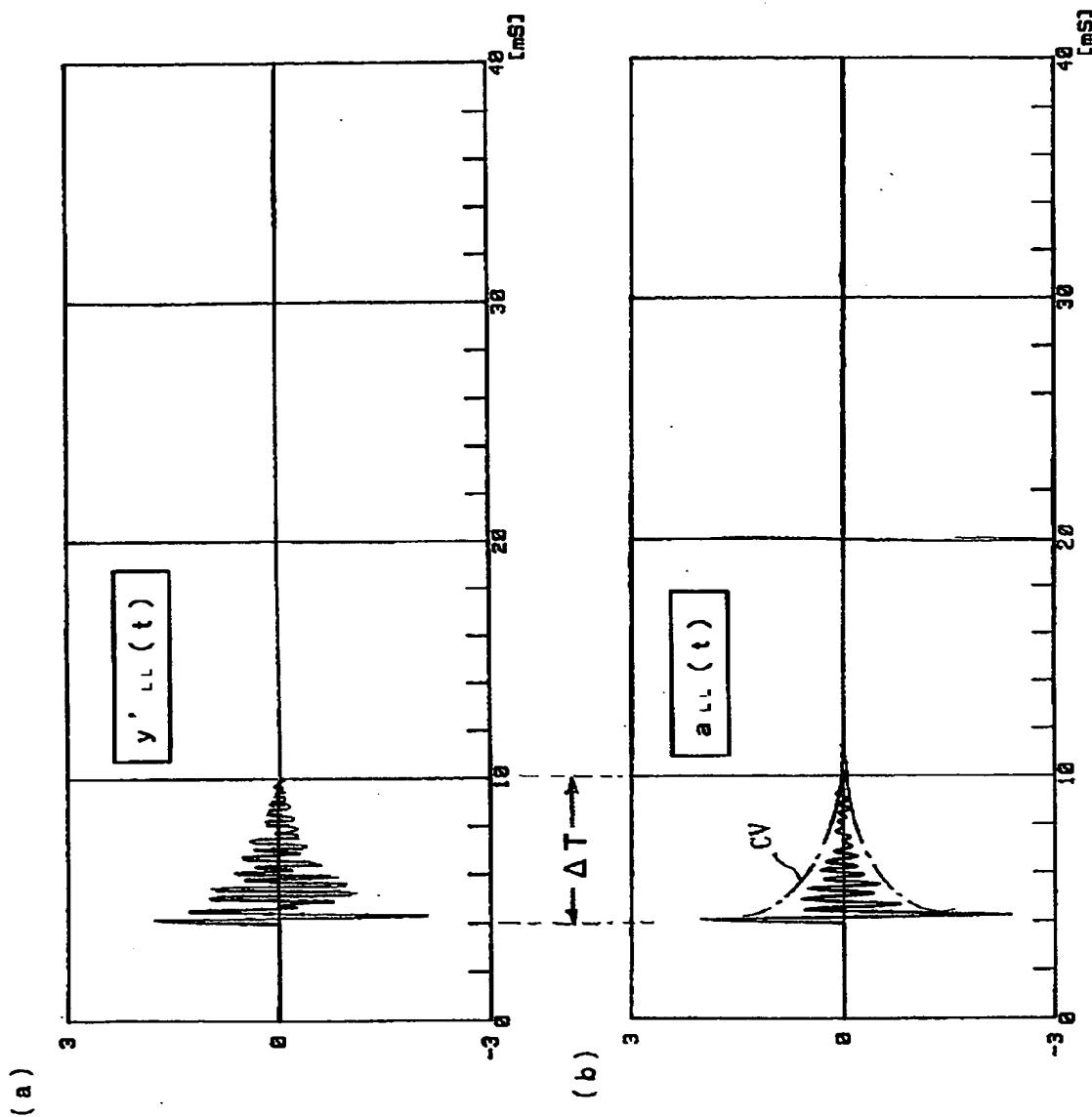
【図8】



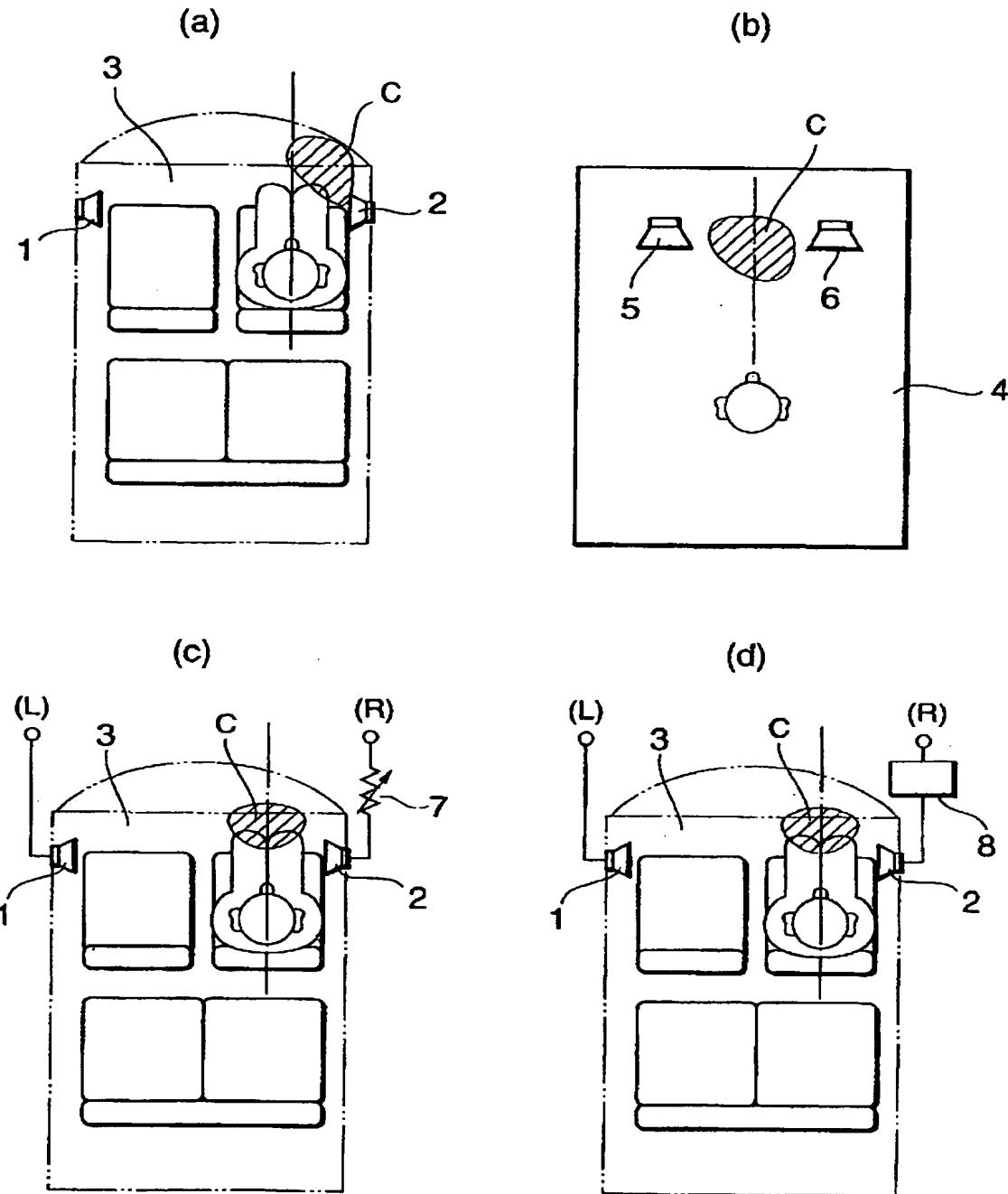
【図9】



【図10】



【図11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 車室内におけるセンター音像の偏りや左右非対称な音場の広がり等を補正する。

【解決手段】 車室15における位置関係を模した状態で、無響室内にダミーの聴取者と左右のスピーカ13, 14を配置し、スピーカ13, 14の夫々から独立にパルス音を放出したときに得られるインパルス応答列  $a_{LL}$ ,  $a_{LR}$ ,  $a_{RL}$ ,  $a_{RR}$ に基づいて、車室15内でのスピーカ13, 14から聴取者16の左右の耳16L, 16Rまでの空間の伝達関数  $A_{LL}$ ,  $A_{LR}$ ,  $A_{RL}$ ,  $A_{RR}$ を求め、これらの伝達関数を要素とする2行2列の行列の逆行列によって得られる伝達関数  $H_{11} \sim H_{22}$ から成る補正回路10bを備える。この補正回路10bに頭部伝達関数が重畠されたオーディオ信号  $S_L$ ,  $S_R$ を供給し、その出力L, Rを左右のスピーカ13, 14に供給する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005016]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都目黒区目黒1丁目4番1号

氏 名 パイオニア株式会社